

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-070748

(43)Date of publication of application : 08.03.2002

(51)Int.Cl.

F04B 43/12  
G01N 21/27  
G01N 21/75  
G01N 37/00  
// G01N 1/00

(21)Application number : 2000-263183

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 31.08.2000

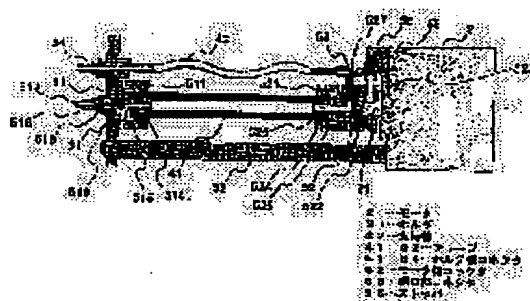
(72)Inventor : ENOKI HIDEO  
TAMAOKI KOJI  
YAMADA KATSUTOSHI  
ONOSE TOSHIHIRO

## (54) TUBE PUMP AND ANALIZING DEVICE USING TUBE PUMP

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a tube pump capable of pressing liquid in a tube by twisting the tube with simple structure and at a low cost.

SOLUTION: In the tube pump having the tube 41, a motor 2 having a rotational shaft 21 rotating in normal and reverse direction and a supporting body 3 comprising the motor 2 and a supporting body connecting means 51 are installed on the supporting body so that a rotational shaft 21 of the motor 2 agrees with a center shaft of the supporting body connecting means 51, an end of the tube 41 is connected to the supporting body side connecting means, the another end of the tube 41 is connected to the motor side connecting means 52 attached to the rotational shaft 21 of the motor 2 by giving the motor 2 a rotation in normal and reverse direction and twisting and loosening the tube 41 to press liquid in the tube 41, therefore the tube pump with high durability can be provided at simple structure and at a low cost.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-70748

(P2002-70748A)

(43)公開日 平成14年3月8日(2002.3.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード(参考)

F 0 4 B 43/12

F 0 4 B 43/12

2 G 0 5 4

G 0 1 N 21/27

G 0 1 N 21/27

Z 2 G 0 5 9

21/75

21/75

D 3 H 0 7 7

37/00

37/00

1 0 1

// G 0 1 N 1/00

1 0 1

1/00

1 0 1 F

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 11 頁)

(21)出願番号

特願2000-263183(P2000-263183)

(22)出願日

平成12年8月31日(2000.8.31)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 榎 英雄

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 玉置 康二

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株式会社日立製作所計測器グループ内

(74)代理人 100093872

弁理士 高崎 芳紘

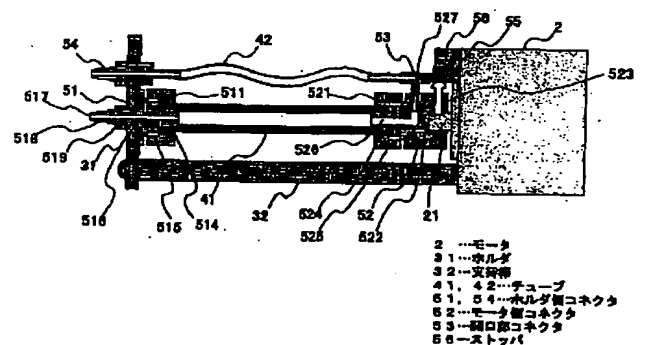
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 チューブポンプ及びチューブポンプを用いた分析装置

(57)【要約】

【課題】 チューブをねじることによりチューブ内の液体を圧送することができるチューブポンプを簡単な構成で安価に提供する。

【解決手段】 チューブ41と、正逆回転する回転軸21を有するモータ2及び支持体3とからなるチューブポンプであって、上記支持体3にモータ2の回転軸21と支持体側結合手段51の中心軸が一致するようモータ2及び支持体結合手段51を設けて、この支持体側結合手段51にチューブ41の一端を結合し、また上記モータ2の回転軸21に取り付けられたモータ側結合手段52にチューブ41の他端を結合して、上記モータ2を正逆回転させることにより、上記チューブ41にねじり、ほどきを与えてチューブ41内の液体を圧送するようにしたもので、耐久性の高いチューブポンプが簡単な構成で安価に提供できる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チューブと、正逆回転する回転軸を有するモータ及び支持体とからなるチューブポンプであって、上記支持体にモータの回転軸と支持体側結合手段の中心軸が一致するようにモータ及び支持体結合手段を設けて、この支持体側結合手段にチューブの一端を結合し、また上記モータの回転軸に取り付けられたモータ側結合手段にチューブの他端を結合して、上記モータを正逆回転させることにより、上記チューブにねじり、ほどきを与えてチューブ内の液体を圧送するよう構成すると共に、上記支持体結合手段に設けられた開口部及びモータ側結合手段に設けられた開口部に、上記モータの正逆回転に同期して開閉される吸入弁及び吐出弁を設けたことを特徴とするチューブポンプ。

【請求項2】 チューブと、正逆回転する回転軸を有するモータ及び支持体とからなるチューブポンプであって、上記支持体にモータの回転軸と支持体側結合手段の中心軸が一致するようモータ及び支持体結合手段を設けて、この支持体側結合手段にチューブの一端を結合し、また上記モータの回転軸に取り付けられたモータ側結合手段にチューブの他端を結合して、上記モータを正逆回転させることにより、上記チューブにねじり、ほどきを与えてチューブ内の液体を圧送するよう構成すると共に、上記支持体結合手段に設けられた開口部と、上記モータの回転軸内を貫通して、モータ側結合手段の取り付け部と反対側に設けられた開口部に、上記モータの正逆回転に同期して開閉される吸入弁及び吐出弁を設けたことを特徴とするチューブポンプ。

【請求項3】 請求項1、2に記載のチューブポンプにおいて、モータ側結合手段に開口された開口部に吐出チ

\* ユーブの一端を接続し、かつ吐出チューブの他端を、支持体または支持体に固定された支持体結合手段に固定してなるチューブポンプ。

【請求項4】 請求項2に記載のチューブポンプにおいて、モータ側結合手段の取り付け部と反対側に設けられた開口部に、モータまたは支持体上に固定された吐出チューブの端部を回転継手を介して接続してなるチューブポンプ。

【請求項5】 請求項1ないし4の何れか1項に記載のチューブポンプにおいて、支持体側結合部とモータ側結合部に取り付けたチューブ内に、チューブ内容積よりも小さな容積を有する部材または液体を設けてなるチューブポンプ。

【請求項6】 請求項1ないし5の何れか1項に記載のチューブポンプにおいて、モータまたは支持体に、モータ側結合手段上に設けた突起、または回転軸別に結合した部材上に設けた突起が、回転軸の回転により当接する位置にストッパを設けてなるチューブポンプ。

【請求項7】 請求項6に記載のチューブポンプにおいて、ストッパに突起が当接した状態がモータ回転の原点として、この原点よりチューブをねじった状態でチューブの端部を支持体側結合手段及びモータ側結合手段に取り付けてなるチューブポンプ。

【請求項8】 請求項1ないし7の何れか1項に記載のチューブポンプにおいて、チューブからの吐出量 $\Delta V$ をチューブねじり角 $\theta$ 、不感帯 $\theta_d$ とチューブ長さ $L_0$ 、チューブ肉部断面積 $S_0$ 、チューブ内径 $r_{in}$ 、チューブ外径 $r_{out}$ 、チューブ実効径 $r_e$ から、 $\Delta V$ を、

【数1】

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 \left[ 1 - L_0 \{L_0^2 + r_e^2(\theta - \theta_d)^2\}^{1/2} \right] & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

とし、実際にチューブを回転したときのチューブからの流体の吐出量データに上式をフィットすることにより、不感帯 $\theta_d$ 、チューブ実効径 $r_e$ を求め、上式によりモータの回転軸の回転速度、回転角度を制御することにより、吐出量または流量を設定する制御部を設けてなるチューブポンプ。

【請求項9】 請求項1ないし7の何れか1項に記載のチューブポンプにおいて、チューブからの吐出量 $\Delta V$ をチューブねじり角 $\theta$ 、不感帯 $\theta_d$ とチューブ長さ $L_0$ 、チューブ肉部断面積 $S_0$ 、チューブ内径 $r_{in}$ 、チューブ外径 $r_{out}$ 、係数 $a$ から、 $\Delta V$ を、

※40 【数2】

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = a \left[ \frac{2\pi}{3} \{L_0^2 + r_{out}^2(\theta - \theta_d)^2\}^{3/2} - \{L_0^2 + r_e^2(\theta - \theta_d)^2\}^{3/2} \right] - \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

とし、実際にチューブを回転したときのチューブからの流体の吐出量データに上式をフィットすることにより、係数 $a$ を求め、上式によりモータの回転軸の回転速度、回転角度を制御することにより、吐出量または流量を設定する制御部を設けてなるチューブポンプ。

【請求項10】 試料液が流れる流路と試薬が流れる流路が合流することにより試料液と試薬を混合する混合部を備え、かつ混合液の吸光度を測定する分析装置であって、請求項1ないし8の何れか1項に記載のチューブポンプにより試料液と試薬を送液することを特徴とするチ

50

3

ューブポンプを用いた分析装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はチューブをねじることによってチューブ内の液体を圧送するチューブチューブポンプ及びチューブポンプを用いた分析装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来チューブポンプはチューブを外部から押しつぶすことにより、チューブ内の液体を吸入または排出するように構成されており、このようなチューブポンプとしては、例えば特開平8-49657号公報に記載されているように、円筒状壁面を有するケーシング内を円筒状壁面に沿って回転するローラが、ケーシング・ローラ間に挟まれたチューブ内の液体を順次入口側から出口側に送る構造のものや、例えば特開平6-317256号公報に記載されているように、直線状のチューブにローラを押し当てローラをチューブに沿って移動させる構造のもの、もしくは特開平-170590号公報に記載されているように、チューブを順次押しつぶし蠕動させて送液する構造のものなどが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしこれらのチューブポンプは、何れもチューブをローラなどの機構で変形させるため、ローラやローラを駆動するための機構が必要ことから、構造が複雑で、かつ高価であると共に、ローラとチューブ間に発生した滑りや摩耗により、流量変動や、流量ドリフトが生じる恐れがあるため、吐出量や流量を高精度に保つ必要がある場合は、シリンジポンプが一般に使用されることが多い。

【0004】シリンジポンプは、例えば特開平10-184534号公報に記載されているように、回転/直動変換機構によりモータの回転を直動に変換し、円筒状のピストンをシール部を介してポンプ室内に出し入れし、ポンプ室内の有効体積を変化することによりポンプ室内への液の出し入れを行うように構成されている。

【0005】そしてポンプ室に設けた出入口にそれぞれバルブを接続して、吸引時には入口側のバルブを開き、また出口側のバルブを閉じて、ピストンをポンプ室から引き出すことにより液を吸入し、吐出時には逆に入口側のバルブを閉じ、出口側のバルブを開いてピストンをポンプ室に押し込むことにより液を吐出する構造のため、従来のシリンジポンプでは、ピストンの出し入れに対応して正確な液の吸引及び吐出が可能であるが、回転/直動変換機構や、高精度のピストンが必要なためコストがかかる上、シール部に摩耗が生じやすいことから、粒子などを含まない清澄な液に用途が限定されるなどの問題がある。

【0006】本発明はかかる従来の問題点を改善するためになされたもので、チューブをねじることによりチュ

(3)

4

ーブ内の液体を圧送することができるチューブポンプ及びチューブポンプを使用した分析装置を簡単な構成で安価に提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、チューブと、正逆回転する回転軸を有するモータ及び支持体とからなるチューブポンプであって、上記支持体にモータの回転軸と支持体側結合手段の中心軸が一致するようモータ及び支持体結合手段を設けて、この支持体側結合手段にチューブの一端を結合し、また上記モータの回転軸に取り付けられたモータ側結合手段にチューブの他端を結合して、上記モータを正逆回転させることにより、上記チューブにねじり、ほどきを与えてチューブ内の液体を圧送する用構成すると共に、上記支持体結合手段に設けられた開口部及びモータ側結合手段に設けられた開口部に、上記モータの正逆回転に同期して開閉される吸入弁及び吐出弁を設けたものである。

【0008】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、チューブと、正逆回転する回転軸を有するモータ及び支持体とからなるチューブポンプであって、上記支持体にモータの回転軸と支持体側結合手段の中心軸が一致するようモータ及び支持体結合手段を設けて、この支持体側結合手段にチューブの一端を結合し、また上記モータの回転軸に取り付けられたモータ側結合手段にチューブの他端を結合して、上記モータを正逆回転させることにより、上記チューブにねじり、ほどきを与えてチューブ内の液体を圧送するよう構成すると共に、上記支持体結合手段に設けられた開口部と、上記モータの回転軸内を貫通して、モータ側結合手段の取り付け部と反対側に設けられた開口部に、上記モータの正逆回転に同期して開閉される吸入弁及び吐出弁を設けたものである。

【0009】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、モータ側結合手段に開口された開口部に吐出チューブの一端を接続し、かつ吐出チューブの他端を、支持体または支持体に固定された支持体結合手段に固定したものである。

【0010】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、モータ側結合手段の取り付け部と反対側に設けられた開口部に、モータまたは支持体上に固定された吐出チューブの端部を回転継手を介して接続したものである。

【0011】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、支持体側結合部とモータ側結合部に取り付けたチューブ内に、チューブ内容積よりも小さな容積を有する部材または液体を設けたものである。

【0012】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、モータまたは支持体にモータ側結合手段上に設けた突起、または回転軸別に結合した部材上に設けた

(4)

5

突起が、回転軸の回転により当接する位置にストッパを設けたものである。

【0013】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、ストッパに突起が当接した状態がモータ回転の原点として、この原点よりチューブをねじった状態でチューブの端部を支持体側結合手段及びモータ側結合手段に取り付けたものである。

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 \left[ -L_0 \{L_0^2 + r_{in}^2(\theta - \theta_d)^2\}^{1/2} \right] & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

とし、実際にチューブを回転したときのチューブからの流体の吐出量データに上式をフィットすることにより、不感帯 $\theta_d$ 、チューブ実効径 $r_e$ を求め、上式によりモータの回転軸の回転速度、回転角度を制御することにより、吐出量または流量を設定する制御部を設けたものである。

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = a \left[ \frac{2\pi}{3} \left\{ L_0^2 + r_{out}^2(\theta - \theta_d)^2 \right\}^{3/2} - \left\{ L_0^2 + r_{in}^2(\theta - \theta_d)^2 \right\}^{3/2} \right] - \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

とし、実際にチューブを回転したときのチューブからの流体の吐出量データに上式をフィットすることにより、係数 $a$ を求め、上式によりモータの回転軸の回転速度、回転角度を制御することにより、吐出量または流量を設定する制御部を設けたものである。

【0016】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、試料液が流れる流路と試薬が流れる流路が合流することにより試料液と試薬を混合する混合部を備え、混合液の吸光度を測定する分析装置において、上記記載のチューブポンプにより試料液と試薬を送液するようにしたものである。

【0017】上記構成により、構成が簡単で、かつ耐久性の高いチューブポンプ及びこれを使用した分析装置が安価に得られるようになる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施の形態を図面を参照して詳述する。図1はチューブポンプの側面図を示すもので、1本以上の支持棒32の一端をモータ2にねじなどの結合手段で（図示しない）に取り付け、支持棒32の他端に平板状のホルダ31をねじなどの結合手段で取り付ける。円柱状のモータ側コネクタ52のモータ側には、円筒状の穴522と、穴522の中心軸に直交するねじ孔523があり、止めねじ55によりモータ側コネクタ52をモータ2の回転軸21に固定する。

【0019】また、モータ側コネクタ52のチューブ側には、チューブ41の内径よりも大きな外径を有する円柱状の突起524と、モータ側コネクタ52の外周に形成した雄ねじ525が形成され、それぞれの中心軸が同

6

\*【0014】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、チューブからの吐出量 $\Delta V$ をチューブねじり角 $\theta$ 、不感帯 $\theta_d$ とチューブ長さ $L_0$ 、チューブ内部断面積 $S_0$ 、チューブ内径 $r_{in}$ 、チューブ外径 $r_{out}$ 、チューブ実効径 $r_e$ から、 $\Delta V$ を、

【数3】

※【0015】上記目的を達成するため本発明のチューブポンプは、チューブからの吐出量 $\Delta V$ をチューブねじり角 $\theta$ 、不感帯 $\theta_d$ とチューブ長さ $L_0$ 、チューブ内部断面積 $S_0$ 、チューブ内径 $r_{in}$ 、チューブ外径 $r_{out}$ 、係数 $a$ から、 $\Delta V$ を、

【数4】

心円上にあると共に、突起524の中心軸に沿ってモータ側流路526が形成されている。モータ側流路526は途中で直角に屈曲し、穴522に貫通することなくモータ側コネクタ52の側面に開口しており、この開口部527には雌ねじが切つてある。チューブ41を突起524の外周に挿入し、雄ねじ525に合致する雌ねじを有する円筒状のキャップ521によりチューブ41を突起524に押し付けねじ止めすることにより、チューブ41の一端を固定する。

【0020】キャップ521のチューブ41側の内径はチューブ41の外径程度で、モータ側（雌ねじ側）の内径はチューブ41側の内径よりも大きくなっており、チューブ41はチューブ41の内径よりも大きな外径を有する突起524を弾性により締め付けて、キャップ521をモータ側コネクタ52側にねじ込むことにより、両者の間に挟着してねじり方向、軸方向への滑りを規制している。

40 【0021】チューブ41のホルダ側の端部はモータ側端部と同様に、ホルダ側コネクタ51にキャップ521と同形のキャップ511により締め付けて取り付けられる。ホルダ側コネクタ51は円筒状でチューブ側の形状は、モータ側コネクタ52と同様にチューブ41の内径よりも大きな外径を有する円柱状の突起514と、ホルダ側コネクタ51の外周に形成した雄ねじ515が形成され、それぞれの中心軸が同心円上にあると共に、ホルダ側コネクタ51のホルダ側端面には、ホルダ31に設けた孔を貫通する突起518があり、また突起518の外周には雄ねじを切つてナット519によりホルダ31

(5)

7

に固定している。

【0022】ホルダ側コネクタ51をチューブ側の突起514から突起518、開口部517に至るホルダ側流路516が貫通しており、ホルダ31側の開口部517からチューブ41を通過したモータ側コネクタ52の開口部527に至る流路が形成されている。

【0023】以上の構成によりチューブ41をねじり、ほどくことにより、チューブ内の流体を開口部から出入れすることができるようになっており、流体を送る場合は、開口部517、開口部527双方に図示しない電磁弁よりなる吸入弁及び吐出弁をそれぞれ接続して、チューブ41のねじり、ほどきに同期してそれぞれの開口部に接続した吸入弁及び吐出弁を交互に開閉することにより、一方向に液体を送ることができると共に、チューブの両端に液体の出入口を形成できるので、チューブ内部やコネクタ内の流路での泡や流体の滞留がなく、また泡による吐出量の変動や流体の滞留によるコンタミネーションが防止できる。

【0024】一方開口部527は、モータ2の回転軸21の正逆回転に伴い回転するので、図1に示すように開口部コネクタ53を設けて、開口部コネクタ53に一端を取付けたフッ素系の樹脂等からなる吐出チューブ42の他端を、ホルダ31に取り付けた固定用のホルダ側コネクタ54に取り付けて固定端とする。このとき吐出チューブ42は若干たるませておき、モータ側コネクタ52の動きによりはずれることを防止すると共に、チューブ42はたるんでいても、開口部コネクタ53の動きによる内部体積の変化はほとんどないため、チューブ41のねじりチューブポンプの吸入・吐出には影響を与えない。

【0025】なお、ホルダ側コネクタ54は必須の部品ではなく、吐出チューブ42をホルダなどのチューブポンプ部材以外の他装置、部品などに直接固定してもよく、流体の出入口が固定するので外部との流路の接続が容易になる。またホルダ側コネクタ51、モータ側コネクタ52からの流体の取り出し部分は市販の汎用の流体コネクタに合うように作っても勿論よい。

【0026】一方、定量の液体が圧送できるよう、モータ2のモータ側コネクタ52側の面から回転方向に離間する1対のストッパ56を突出させて、これらストッパ56の間にモータ側コネクタ52の止めねじ55と接触させることにより、モータ2の正逆回転範囲を規制している。すなわち一方のストッパ56に止めねじ55が当接した点を回転方向の原点とし、またモータ2が正転して他方のストッパ（図示せず）に止めねじ55が当接したところで、モータ2を逆転させるもので、これによってモータ2の回転軸21を常に原点にリセットさせてからモータ2を回転させることができるので、回転軸21の回転角度により吐出量を一定にコントロールすることができるようになる。尚、ステッピングモータの様に回転

8

角度を一定にできるモータであれば、原点用のストッパ56のみで他方のストッパは不要である。また回転方向の原点位置を設定する際、予めチューブ41にねじりを加えてチューブ41をプリセットすることにより、モータ2の回転軸21の回転開始直後に吐出をはじめることができると共に、最初の吐出量漸増域以上にチューブ41をねじっておけば、ねじり角一吐出量の特性がリニアに近くなり、流体の流量のコントロールが容易になる。

【0027】図2は本発明の他の実施の形態を示すもので、次にこれを説明すると、モータ2は回転軸21がモータ2の両側に突出した両軸タイプとなっている。モータ2の回転軸21には、回転軸21を貫通する孔を形成し、孔の片端に雌ねじ211を形成して、この雌ねじ211にモータ側コネクタ57をねじ込む。モータ側コネクタ57は、チューブ41を接続する大径部571と回転軸21に接続する雄ねじ572と、外径が回転軸21の孔よりも小さな円管部573からなり、大径部571側から円管部573の先端（開口部577が存在）まで孔が貫通している。

【0028】円管部573の先端はモータ軸21を貫通し、チューブ41と反対側のモータ軸端213から突出しており、モータ軸端213側には、リング状のモータ軸ホルダ551の孔にモータ軸21が挿入され、止めねじ55により固定されている。この止めねじ55は、モータ軸端213側のモータ側面に固定したストッパ56（リング状でストッパねじ561が固定できるねじ穴が円周上に複数あり）に固定したストッパねじ561当接することにより、モータ2の回転軸21の回転方向の原点となっており、ストッパねじ561と反対側のモータ側面には、リング状の支持筒ホルダ34がモータ側面に固定されている。

【0029】支持筒ホルダ34の孔には雌ねじが切っており、円筒状の支持筒33の中心軸がモータ軸の中心軸に一致するようにねじで固定できるようになっていると共に、支持筒33のモータ2と反対側先端には、中央に孔を有するコネクタホルダ35が接着されていて、この孔に雄ねじを切ったホルダ側コネクタ58（貫通孔あり、チューブ反対側が開口部587となる）がナット589で固定されている。ホルダ側コネクタ58の大径部581（大径部571と同様の形状）とモータ側コネクタの大径部571には、チューブ41の両端がそれぞれはめ込まれてチューブ41が固定されており、それぞれの大径部の外径はチューブ41の内径より大きいので、チューブ41が回転方向・軸方向に滑らないようになっているが、チューブの外側をリングやひも等で固定してもよく、またチューブ41と大径部を接着してもよい。

【0030】以上の構成により、モータ軸21を正逆回転してチューブ41にねじり、ほどきを与えることにより、チューブ41内の液体が開口部587、開口部577から出入りして、チューブ41内の液体を圧送するこ

(6)

9

とができるようになり、液体の流れが一直線になるので、泡や流体が滞留しにくくなると共に、チューブ41が支持筒33により保護される。

【0031】またモータ側コネクタ57の開口部577側端を、Oリングなどのシール部材591と、固定コネクタ59（固定コネクタホルダ592によりモータ2に固定）よりなる回転継手を介して外部の流路に接続するもので、シール部材591、固定コネクタ59、固定コネクタホルダ592なしで開口部577にチューブを接続し、チューブがたるんだ状態（例えばチューブをコイル状にする）にして外部の流路に接続してもよく、チューブの出入口が両方とも回転することがないので、他の流路への接続が容易に行える効果がある。

【0032】図3は本発明の他の実施の形態を示すもので、次にこれを説明する。この実施の形態では、両軸のモータ2の軸突出部分に、チューブ41を固定するチューブ固定部578、チューブ固定部579を設けている。図3のようにチューブ41を取り付けるために固定部を太くする必要がある場合は、リング状の部材を軸端に嵌合して固定部とし、またチューブ41の内径が小さいため軸端を細くする場合は、軸を削り軸の外径を小さくし固定部とする。

【0033】モータ軸21は中空とし、液体が流通できるようにすると共に、モータ2の回転軸21の軸端にモータ軸ホルダ551を挿入し、止めねじ55により回転軸21に固定する。支持筒ホルダ341は、図示しないねじなどの固定手段によりモータ2に固定されており、支持筒ホルダ341は、円筒形状でモータ軸ホルダ551や止めねじ55を囲む円筒状の空洞を有していると共に、支持筒331を固定するねじ孔を有し、このねじ孔に支持筒331を固定する。

【0034】支持筒331及び支持筒331のモータ2と反対側先端には、図2の実施の形態と同様に中央に孔を有するコネクタホルダ35、コネクタホルダ351をそれぞれ接着し、これらコネクタホルダ35、351の孔に、雄ねじを切ったホルダ側コネクタ58、ホルダ側コネクタ59がそれぞれナット589、ナット599で固定されていると共に、モータ2の両軸双方のチューブ固定部とホルダ側コネクタ58、581にチューブ41、チューブ43をそれぞれはめ込むことによりチューブ41、43を固定する。

【0035】以上の構成により、モータ2の回転軸21が回転すると、チューブ41、チューブ43が同時にねじり、ほどけて、チューブ41、43内の液体が開口部587、開口部597から出入りして、液体の圧送を行うもので、チューブ41、43が2本になるので吐出量が増加すると共に、液体の出入口が回転しないので外部の流路への接続が容易になる効果がある。

【0036】また、図4の(a)に示すように、ホルダ側コネクタ51の突起514、またはモータ側コネクタ

10

52の突起部524の片方、もしくは双方の先端をチューブ41の内径よりも小さく絞り延長するか、図4の

(b)に示すように、チューブ41内にチューブ41よりも外径が小さく長さが短い円筒形の部材411を封入し、もしくは図4の(c)に示すように、チューブ41内に非圧縮性で、かつ液体を圧送する際液体と混合しない流体やゲルなどの充填部材412を、チューブ41内の容積とチューブ41からの最大吐出量の差程度充填する。

10 【0037】例えば水を送液する場合、シリコンオイルなどの油脂を出入口のうち、一方から充填し、ポンプとして使用する場合、充填に使用した出入口を閉塞して、水を残った一方の出入口から出し入れするもので、チューブ41内の液体の占める容積が減少するので、チューブ41内の液体の入れ替えが早くなり、これによって泡の滞留やコンタミネーションが防止できるようになる。

【0038】次に上記構成されたチューブポンプのねじりによるチューブ41からの吐出量について詳細に分析する。チューブ41の肉部を構成するゴム材料は変形により体積がほとんど変化しないというゴム弾性特有の特性を持っており、本発明の実施の形態では、チューブ41は両端が軸方向に固定されているため、チューブ41の見かけ上の長さは変化しないが、チューブ41にねじりを加えることにより伸びるので、チューブ41の伸びに反比例してチューブの断面積が減少する、と仮定すると下記の近似式が求められる。

【数5】

$$\Delta V = [1 - L_0 \{L_0 + r_e^2 \theta^2\}^{1/2}] S_0 L_0$$

30 ただし、 $L_0$ :チューブの長さ、 $S_0$ :変形前のチューブ断面積(肉部)、 $r_e$ :チューブの代表径、 $\theta$ :チューブのねじり角であり、図1に示すチューブポンプのチューブ41に水を満たし、モータ2側の開口部527を閉塞した状態で回転軸21を回転し、チューブ41をねじった時のねじり角度に対応する吐出量(チューブ内容積の変化量)を実測し、その結果を図5に示す。

【0039】またチューブ41には従来のチューブポンプ用のものを使用し、サイズは内径1.6mm、外径4.8mm、長さ15mmのチューブAと、内径2.4mm、外径5.6mm、長さ50mmのチューブBを使用した。実測したチューブの場合、近似式に対して吐出量の立ち上がりに遅れ $\theta_d$ を生じるので、遅れ分を補正し、 $r_e$ を変化して実測値にフィットする。チューブAは $\theta_d = 50^\circ$ 、 $r_e = 0.6$ mm、チューブBは $\theta_d = 100^\circ$ 、 $r_e = 1.25$ mmとすると近似式(数5)はチューブの変形による吐出量の実測値とよく一致する。

【0040】従って、実際のチューブでは(数6)に示す近似式が妥当である。すなわち、不感帯を $0 \sim \theta_d$ とすると $\Delta V$ は、

50



(7)

11

12

【数6】

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 \left[ 1 - L_0 \{L_0^2 + r_{in}^2(\theta - \theta_d)^2\}^{-1/2} \right] & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

となる。また、チューブの中心軸に垂直な方向にチューブを同心の微小円筒に分割し、上記と各微小円筒で (数 \* 【数7】

$$\Delta V = \int_{r_{in}}^{r_{out}} 2\pi r (L_0^2 + r^2 \theta^2)^{1/2} dr - S_0 L_0$$

となるから、右辺を積分して、

$$\Delta V = \frac{2\pi\theta}{3} \{ (L_0^2 + r_{out}^2 \theta^2)^{3/2} - (L_0^2 + r_{in}^2 \theta^2)^{3/2} \} - \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0$$

が得られる。(数5)と同様に実測値にフィットする場合 ※ (数8) が得られる。  
合、立ち上がりの遅れ  $\theta_d$  と係数  $a$  を導入し下記する ※ 【数8】

$$\begin{cases} \Delta V = 0 & \theta < \theta_d \\ \Delta V = a \left[ \frac{2\pi}{3} \{ (L_0^2 + r_{out}^2 (\theta - \theta_d)^2 )^{3/2} - (L_0^2 + r_{in}^2 (\theta - \theta_d)^2 )^{3/2} \} - \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)L_0 \right] & \theta \geq \theta_d \end{cases}$$

実測値に (数8) をフィットした場合、チューブAは  $\theta_d = 50^\circ$ 、 $a = 0.12$ 、チューブBは  $\theta_d = 100^\circ$ 、 $a = 0.33$  とすると近似式 (数8) はチューブの変形による吐出量の実測値とよく一致する。

【0041】従って、実施の形態のチューブでは、(数8) に示す近似式が妥当であり、また (数6) または (数8) によりチューブの任意のねじり角によるチューブからの吐出量が計算できるので、図示しない制御部に数値テーブル化し記憶することにより、一定量吐出したい場合は、制御部で数値テーブルから所用ねじり角を求め、回転軸を制御部によりそのねじり角分回転すればよく、チューブのねじり角によるチューブからの吐出量を事前に把握することができ、吐出量の制御や吐出流量の制御が可能になるので高精度なポンプが実現できる。

【0042】以上の実測データ、解析から分かるように、一定のねじり角 ( $\theta_d$ ) 以上になってチューブからの液体が吐出するので、チューブを予め  $\theta_d$  以上ねじってストップで固定することにより、予めチューブをプリセットする。これによって、モータ2の回転軸21の回転開始直後に吐出をはじめることができると共に、最初の吐出量漸増域以上にチューブをねじっておけば、ねじり角—吐出量の特性がリニアに近くなり、流体の流量のコントロールが容易になる。

【0043】図7は水質監視装置の分析装置にチューブポンプを使用した実施の形態を示すもので、次にこれを説明する。湖沼や河川、海洋など水質監視や水道水の残留塩素などの水質監視がメータサイズの計器で行われている (例えば水道水質では「工業用水」; 第409号; p 96~p 102) に記載の水質監視装置などの例がある) が、装置が大型のため価格が高く設置場所に制限が

あるなどの問題がある。

【0044】そこでこの実施の形態では、半導体微細加工技術により形成した検出器に本発明のチューブポンプにより試料水、試薬を送液することにより、装置の小形化と低コスト化を図っている。チューブポンプを使用した分析装置は図8に示すように、シリコン基板700の片面に異方性エッチングし、台形断面の屈曲した溝を形成し、溝側の面 (表面と呼ぶ) にガラス板701を接合して流路を構成し、裏面にガラス板702を接合して補強したセル7を用いる。

【0045】表面の溝から構成されるセル7の流路は屈曲部を境に上流側から (流体) 導入流路703、検出部流路704、排出流路705からなり、導入流路703には、裏面から異方性エッチングし、複数の孔を設けていると共に、それぞれ、上流側から洗浄液孔706、基準液孔707、試料液孔708、複数の微小な孔が配列したミキサ709となっている。

【0046】また、図8 (d) に示すように、それぞれの孔の上流側のガラス板702にも対応する孔が設けられており、ガラス板702の孔の上流側はセル7を乗せた流路ブロック74の流路718、719などに接続すると共に、流路ブロック74は光造形技術または、複数の板 (流路を形成、板間の流路をつなぐ孔などを形成) を貼り合わせてセル7の流路から外部のポンプなどに接続する流路718、719などを形成している。

【0047】セル7と流路ブロック74の流路の接続は、図示しないOリングなどを介して行い、洗浄液孔706からは流路洗浄剤を導入すると共に、基準液孔707は測定基準となる液を導入し、校正を行うために設けている (なお洗浄液、基準液の導入路以前の構成は省略

13

する)。

【0048】試料液93と試薬92は、セル7の導入流路703内に同時に注入され、ミキサ709で合流混合するが、このとき図8(c)に示すように、ミキサ709の複数の微小孔から試薬92が試料液93内に微小なブリュームとなり噴出するので、拡散により速やかに混合する。混合液内では、試料液93内に含まれる特定成分(例えば残留塩素)が試薬(例えば残留塩素測定の場合はDPD試薬)と反応し、反応生成物を生じ発色すると共に、発色量は特定成分の濃度と相関するため、下流側の検出部流路704(図8(b)に断面を示す)で発色量に応じた吸光度を測定する。

【0049】検出部流路704のガラス板701の上面は、金属膜などを蒸着した反射面761となっていて、検出部流路704の上流・下流端には反射膜のない窓部があり、それぞれの窓部に対向してLEDなどの光源762と光センサ763を設置すると共に、光源762から発した光は、窓部から検出部流路704に入り、検出部流路704のシリコン下面と反射面761間を通過し、反対側の窓部から出て光センサ763に至り検出される。

【0050】また本実施の形態では、図7(図7ではセル内の流路や光学系は単純化して示しており、詳細は図8に示す)に示すように、チューブポンプを2台用いており、1台のチューブポンプ10は試薬の送液用、もう1台のチューブポンプ11は試料液(水道水)の送液用である。試薬92は流路311を通り、試薬タンク91からバルブ611を介して、チューブポンプ10に至り、さらにチューブポンプ10を通過した試薬92は、流路312を通り、バルブ612を介して流路ブロック74内の流路719を通過してセル7に至る。

【0051】一方試料液93は水道管から減圧弁(ともに図示せず)を介して流路321に入り、バルブ621を介してチューブポンプ11に至ると共に、さらにチューブポンプ11を通過した試料液93は流路322を通り、バルブ622を介して流路ブロック74内の流路718を通過してセル7に至る。試料計測時には、制御部8からの指令信号811、指令信号812に基づいてモータ210、モータ211を回転すると同時に、制御部8からの司令信号82、83、84、85に基づいてバルブ611、612、621、622を(モータ210、モータ211の回転に伴う)チューブのねじり(モータ正転、バルブ611、612閉、バルブ612、622開)、ほどき(モータ逆転、バルブ611、621開、バルブ612、622閉)に従って交互に開閉し、吐出、吸引することにより、試薬タンク91の試薬92と試料液93をセル7側に送液する。

【0052】これにより、試料液と試薬がミキサ709で合流混合し検出部流路704を満たすが、この時の混

(8)

14

合液の吸光度を表す光センサ763の出力信号86を制御部8に取り込み特定成分の濃度データとして保存したり、図示しない表示部に表示し、もしくは図示しない通信部からデータを電話回線やインターネットを通じて水道局などの外部機関に送信するようにしてもよい。

【0053】なお、初期に流路へ液を導入するなどの場合は、片方のチューブポンプを用いて送液してもよい。本実施例によれば、ポンプの構成が簡素で、検出部を半導体微細加工技術により小形化するので装置が小形、低コストとなる。

【0054】

【発明の効果】本発明は以上詳述したように、チューブにねじり、ほどきを与えて、チューブ内の液体を圧送するように構成したことから、従来のシリンジポンプのような複雑な回転/直動変換機構や、高精度のピストンを必要とせずに液体の圧送が可能となり、これによってチューブポンプ及びこれを使用した分析装置が簡単な構成で、安価に得られると共に、チューブを加圧して液体を圧送する必要がないので、チューブの耐久性が従来のチューブポンプに比べて大幅に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態になるチューブポンプの断面図である。

【図2】本発明の他の実施の形態になるチューブポンプの断面図である。

【図3】本発明の実施の形態になるチューブポンプの断面図である。

【図4】(a)ないし(c)は本発明の実施の形態になるチューブポンプの変形例を示す断面図である。

【図5】(a)及び(b)は本発明の実施の形態になるチューブポンプの吐出特性を示す線図である。

【図6】(a)及び(b)は本発明の実施の形態になるチューブポンプの吐出特性を示す線図である。

【図7】本発明の実施の形態になるチューブポンプを使用した分析装置の構成図である。

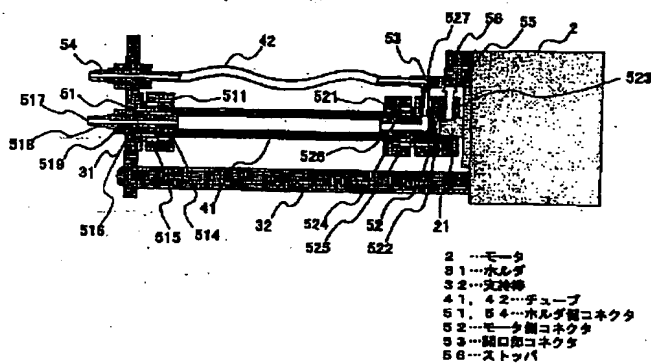
【図8】(a)ないし(d)は本発明の実施の形態になるチューブポンプを使用した分析装置の説明図である。

【符号の説明】

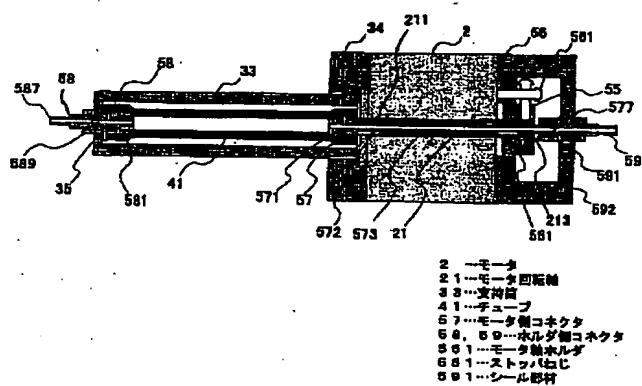
- 2 モータ
- 21 回転軸
- 31 支持棒
- 32 支持筒
- 41 チューブ
- 42 吐出チューブ
- 51 ホルダ側コネクタ
- 52 モータ側コネクタ
- 53 開口部コネクタ
- 54 ホルダ側コネクタ
- 56 ストップ

(9)

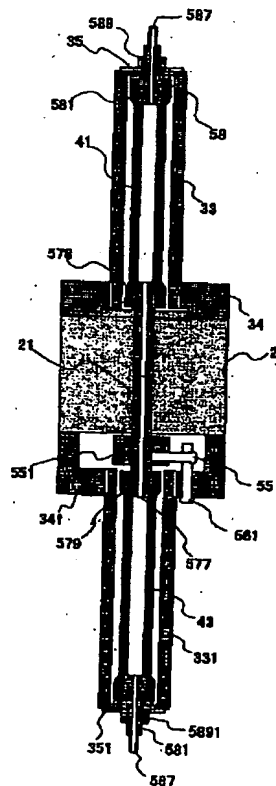
【図1】



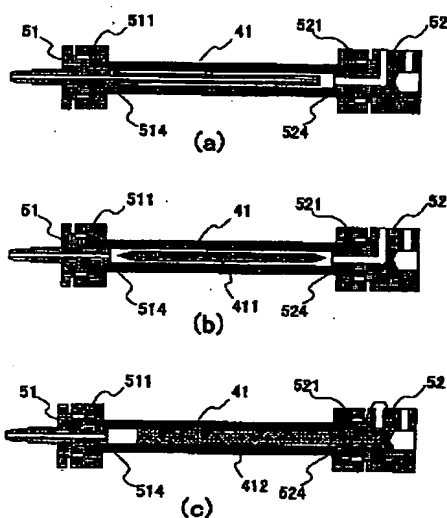
【図2】



【図3】

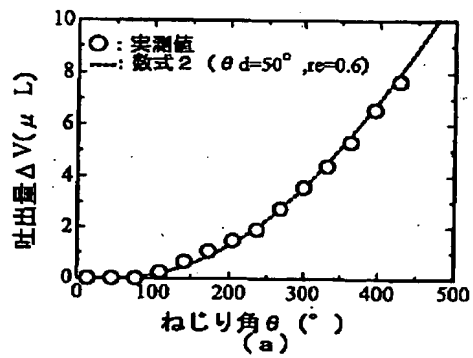


【図4】

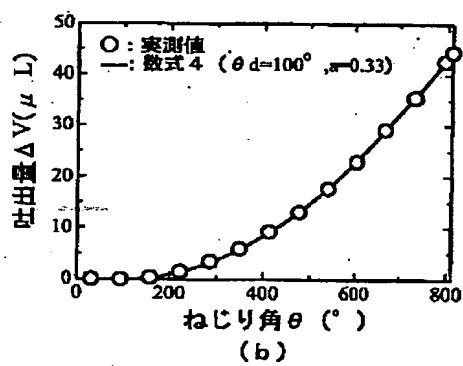
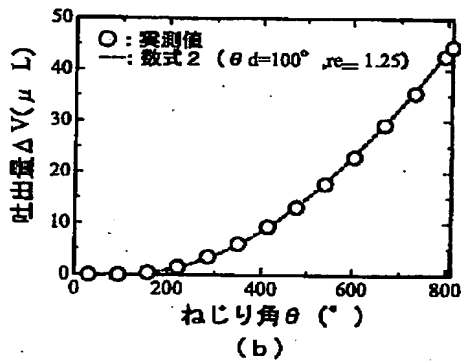
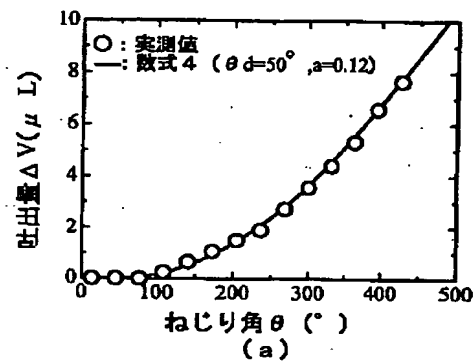


(10)

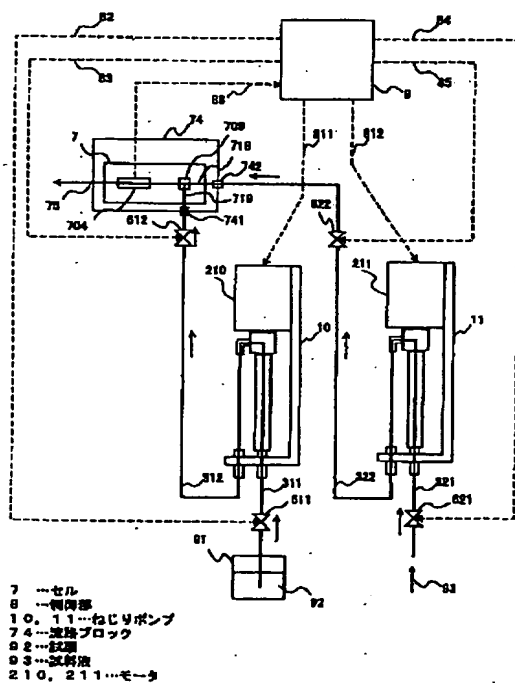
【図5】



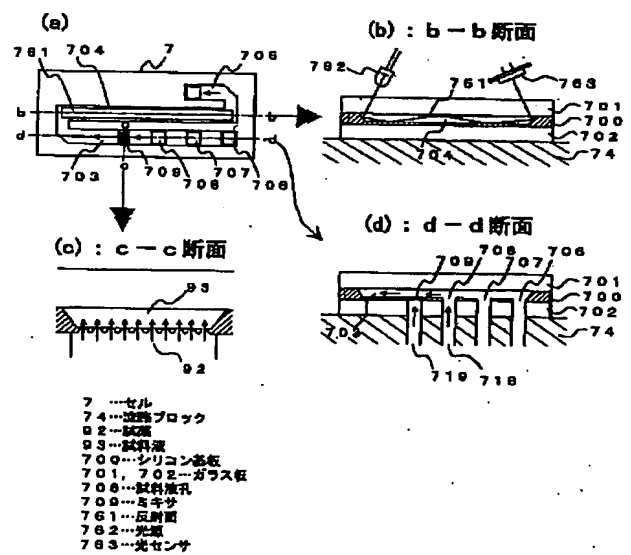
【図6】



【図7】



【図8】



(11)

フロントページの続き

(72)発明者 山田 勝利

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株

式会社日立製作所計測器グループ内

(72)発明者 小野瀬 俊宏

茨城県ひたちなか市大字市毛882番地 株

式会社日立製作所計測器グループ内

F ターム(参考) 2G054 AA02 CA10 CE01 FA06 FA15  
GB012G059 AA05 BB04 EE01 FF12 GG02  
KK013H077 AA08 AA20 BB10 CC04 CC10  
DD02 EE40 FF03 FF09 FF12  
FF14 FF22 FF43

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**